

鄱阳湖水文特征(II)*

尹宗贤 张俊才

(江西鄱阳湖水文气象实验站, 星子)

提要 根据实测资料, 将鄱阳湖湖流归纳为重力型、顶托型、倒灌型三种基本类型, 概述了各类型湖流的机制、特征; 将风、浪、浪与爬高的关系建立为数学模型, 指出鄱阳湖存在风壅水现象; 算出了进、出湖悬移质泥沙的量、时程变化、各河所占比重、冲淤规律, 据此指出流域进湖泥沙量虽不多, 但对局部湖区影响严重; 分析了湖水温的时、面、深变化和一般化学物质含量, 作出目前鄱阳湖水水质总体情况尚属良好, 但已受到污染的评价。

四、湖水运动

(一) 湖流

1964—1973年在湖区布设89个测点, 每次测量点数根据当时湖面大小而不同。全湖每测量一次为一航次, 一般需3—5天。以测点为垂线位置, 用英制华兹流速仪配40型海流计或用HLM₁型海流计测出水面、湖底及各相对水深处的流速、流向。经45航次测验结果分析, 发现鄱阳湖湖流特点是枯水流速大, 洪水流速小; 从表现形式可分为重力型、顶托型、倒灌型三种基本形态, 在风的作用下, 还有风生流。各种类型的湖流, 具有不同的特性。

1. 重力型湖流 为鄱阳湖湖流的主要形式, 时间最长。湖流较规则地自上而下沿主槽方向流动, 有时在主槽两侧产生旋流。枯水期呈河相景观, 比降增大, 流速变快; 汛期湖水漫滩, 呈湖相景观, 比降减小, 流速变慢。主槽流速大, 离主槽越远, 流速越小, 因此, 湖区北部、东部流速大于中部、南部。曾实测到湖口最大点流速2.85m/s, 星子以上1.48m/s, 一般都在0.3m/s以内。各湖区垂线平均流速与垂线最大点流速关系为: $V_{c,p} = 0.93 V_{max}$ (康山湖区); $V_{c,p} = 0.88 V_{max}$ (棠荫、都昌湖区); $V_{c,p} = 0.86 V_{max}$ (星子湖区)。流速在各水位级的变化, 以水位接近漫滩时最大; 漫滩后流速与水位成反比, 漫滩前流速与水位成正比(见图3)。

2. 倒灌型湖流 多出现于五河洪水基本结束, 长江水位上涨高于同时湖水位情况下, 一般发生在7—10月, 个别年6, 11月也发生过。倒灌主要由长江流量和湖水位高低而定, 它们之间的大致关系如图4。最严重的倒灌曾到康山以上。倒灌范围以上湖区湖流为顶托型。倒灌型湖流多在0.1m/s以内, 个别可超过0.3m/s。倒灌与顶托之间的湖区, 湖流接近于零, 流向不定。每年倒灌型湖流时间最短, 1950—1983年的34年中有30

* 本文(I)见本刊18卷1期, 22—27页。

收稿日期: 1985年1月31日。

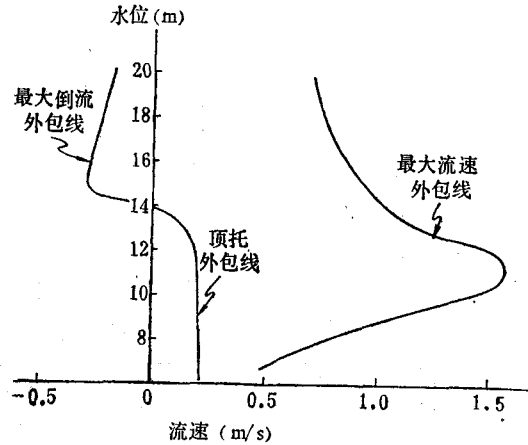


图3 鄱阳湖区域代表垂线水位-最大流速关系图(星子区域)

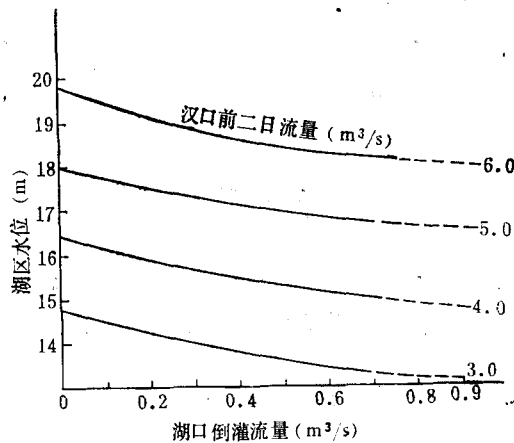


图4 鄱阳湖水位-汉口流量-汉口倒灌流量关系图

年发生江水倒灌,共83次、462天。平均每年2.4次、13.6天,水量25亿 m^3 。最多年7次、47天,93.8亿 m^3 。倒灌最大流量9450 m^3/s 。倒灌时湖口水位最高为19.85m,95.2%的水位都低于18.00m。

3. 顶托型湖流 为长江、五河基本上同时涨水,或五河大汛结束而长江涨水,但长江、汉口流量与湖水水位之间关系未达到使湖口倒灌情况下的一种流型,是介于重力型和倒灌型之间的过渡流态。每年都有,出现时间之长仅次于重力型湖流。出现顶托型湖流时,全湖流速变小,甚至为零。入江水道流速较其他湖区稍大,分布情况与重力型相似。此时风生流影响相对增大,湖流在面上和深度上的分布都不规则。

4. 风生流湖流 上述三种湖流在风的影响下,都同时存在风生流。其影响程度,除风生流本身的强度以外,还随各类湖流的大小而不同。重力型流速大,风生流影响相对减小;顶托型湖流流速小,风生流影响相对大些。风生流的大小,取决于风力条件(风力、持续时间、吹程等)和湖区水深等因素。

(二) 风 浪

鄱阳湖是江西省大风集中区域。每年 6—8 月为南风或偏南风,大风多发生在“小暑”前后。其他月均为北风或偏北风,冬、春季寒潮入侵,必有偏北大风。星子湖区 6 级以上大风最多年达 86 天,平均每年 45 天,棠荫曾实测到风速 31.0m/s。盛夏雷雨季节,还常发生飏。有风必有浪,大风浪直接威胁湖区航运、渔业生产和圩堤安全。大风浪区主要有鞋山、老爷庙、瓢山三个湖区。老爷庙湖区处于沿湖山势、湖底转向和五河来水混合处,风大、浪高、流急,变化急剧复杂,是最危险的大风浪区。1960—1975 年先后在 10 个代表湖区设风浪观测场,以测波仪或望远镜直接阅读离岸 150—300m 处测波杆的波高,并从测波仪刻度中直接观测波长、波速;选择不同坡度、材料的坡面,按断面设水尺观测拍岸浪爬高。曾实测到最大浪高 2.0m,最大爬高(45° 斜坡) 4.81m。鄱阳湖浪高与持续时间内风速、平均水深、吹程之间有如下关系:

$$h = 0.0183\bar{W}^{0.95}H^{0.1}D^{0.45} \quad (\text{适用于 } D < 40\text{km})$$

$$h = 0.017\bar{W}^{1.35}H^{0.25} - 0.01WD^{-\frac{1}{2}} \quad (\text{适用于 } D \leq 60\text{km})$$

式中: h 为平均波高 (m); \bar{W} 为持续时间内平均风速 (m/s); W 为风速 (m/s); D 为吹程 (km); H 为平均水深 (m)。

鄱阳湖风浪爬高与坡面糙率、坡度、波高之间有下列关系:

$$H = \frac{0.266}{\sqrt{n}} h^{0.734} \tan \alpha^{0.479}$$

式中: H 为风浪爬高 (m); h 为波高 (m); n 为坡面糙率; $\tan \alpha$ 为斜坡坡度。

上述数学模型精度较高,相对误差 30% 的保证率分别为 95%, 91%, 88%。

(三) 风 壅 水

鄱阳湖大风还引起风壅水(增减水)现象,使湖面倾斜。北风引起北岸水位降低、南岸水位升高;南风则相反。增减水的变幅受水位高低、风速大小、持续时间长短控制。风壅水对圩堤安全威胁极大。1981 年 5 月 2 日 9 级北风,康山水位站风壅水位达 0.35m (见图 5)。

五、泥 沙

1. 进、出湖泥沙量 鄱阳湖泥沙主要来自五河,据 1956—1983 年资料,五河平均每年进湖沙量(悬移质,下同) 1838.5 万吨,占全流域的 87.2%。五河中赣江最多,占 61.7%;信江占 13.1%;修河占 11.6%;抚河、饶河比重都小于 10%。区间面积来沙年平均 270 万吨,占全流域的 12.8%。流域多年平均年进湖泥沙 2108.5 万吨,最多年 3402.5 万吨,最少年仅 509.2 万吨。湖口年出湖泥沙,多年平均 1040.6 万吨,最多年 2170 万吨,最少年为—372 万吨(见表 3)。进湖泥沙集中在五河大汛期(4—6 月),占年进湖泥沙的 68.8%,9—2 月 6 个月仅占年总量的 8.3%。出湖泥沙集中在长江大汛前的 2—6 月,占年总量的 91.3%。7—9 月长江大汛期,江沙倒灌入湖,年平均倒灌 120.4 万吨,最多年接近 700 万吨,

个别年的 6, 10 月也发生过江沙倒灌。28 年中有 21 年共 35 个月有江沙倒灌现象。江沙倒灌主要发生在鄱阳湖流态为顶托型、倒灌型湖流期间, 顶托型湖流时以异重流方式入湖, 倒灌型湖流时随江水入湖。

2. 湖区含沙量的一般规律 从图 6 和图 7 中可明显看出: 随水位高低变化, 水位 12m (星子水位, 下同) 时含沙量最大, 平均为 100—180 g/m³; 12m 以上随水位升高而减小, 至 20m 时接近于零; 12m 以下随水位升高而增大。在面上, 湖口水道区最大, 依次向主湖、南部、东北湖湾等湖区减少, 倒灌期受长江较高含沙量影响, 湖口水道区含沙量猛增, 其他湖区递减现象特别明显; 水位 14—16m, 褚溪口、南部湖区受赣江影响, 含沙量大于其他湖区; 在同一湖区, 主航道含沙量大, 离主航道越远, 含沙量相对越小。在垂线各深

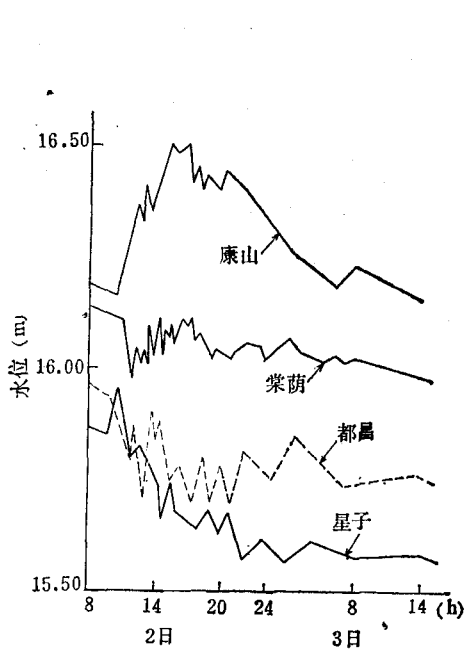


图 5 鄱阳湖 1981 年 5 月 2 日风壅图

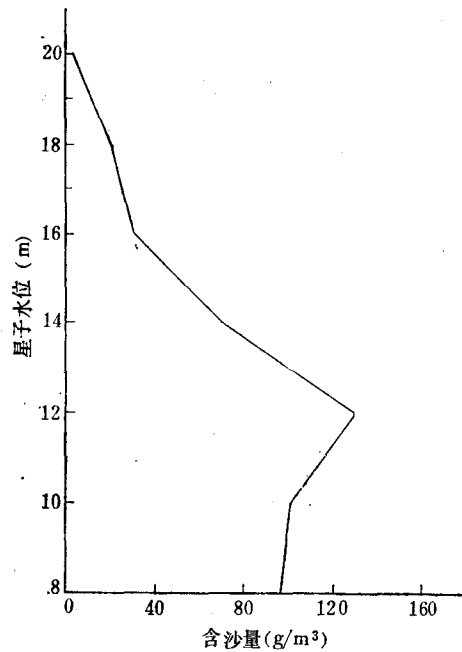


图 6 鄱阳湖水位-含沙量概化图

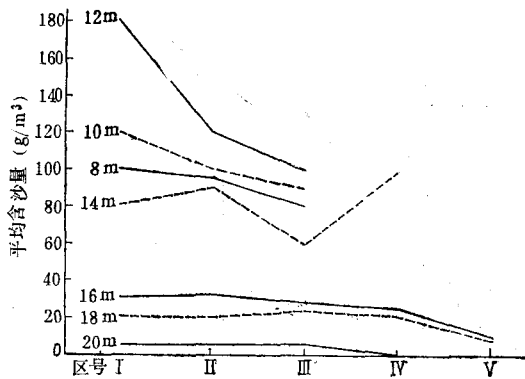


图 7 鄱阳湖各水位级含沙量分布图

表3 鄱阳湖1956—1983年平均进、出湖悬移质沙量(单位:万吨)

项 目	多 年 平 均 输 沙 量												最 多/年	最 少/年		
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月			全年	
五河进湖	11.7	43.3	136.2	313.5	432.0	517.7	201.5	83.0	50.3	30.6	15.1	3.6	1838.5	2967/1970	444/1963	
占年(%)	0.6	2.3	7.4	17.1	23.5	28.2	11.0	4.5	2.7	1.7	0.8	0.2	100			
区间进湖	1.6	6.2	20.0	46.2	63.4	76.1	29.7	12.2	7.3	4.6	2.2	0.5	270	435.5	65.2	
流域(五河+区间)进湖	13.3	49.5	156.2	359.7	495.4	593.8	231.2	95.2	57.6	35.2	17.3	4.1	2108.5	3402.5	509.2	
湖口出湖	68.3	164.0	305.0	253.0	134.0	94.6	-26.4	-38.8	-55.2	29.5	60.1	52.5	1040.6	2170/1969	-372/1963	
占年(%)	6.6	15.8	29.3	24.2	12.9	9.1	-2.5	-3.7	-5.3	2.8	5.8	5.0	100			
流域进湖-湖口出湖	-55.0	-114.5	-148.8	106.7	361.4	499.2	257.6	134.0	112.8	5.7	-42.8	-48.4	1067.9	1232.5	881.2	
河 名 (水文站名)													五河合计	区 间	流域合计 (湖口)	
多年平均年输沙量	赣江 (外洲)	抚河 (李家渡)	信河 (梅港)					饶河 昌江 (渡峰坑)	小计	修河 (柘林)	河 渡 (万家埠)	小 计				
	1134.1	151.2	241.7	58.2	40.4	98.6	40.6	172.2	40.6	212.8	1838.5	270	2108.5			
	61.7	8.2	13.1	3.2	2.2	5.4	2.2	9.4	2.2	11.6	100					
占流域(%)	53.8	7.2	11.5	2.8	1.9	4.7	1.9	8.2	1.9	10.1	87.2	12.8	100			
注	区间进湖悬移质沙量按万家埠、石门街水文站侵蚀模数计算,五河和湖口控制水文站悬移质沙量为实测值															

度上,湖口水道具有河道的水流特性,含沙量从水面到湖底逐渐增大,都昌以上湖区含沙量在垂线上分布均匀,褚溪口湖区介于两者之间,仍属均匀型。在时程上,一个水文年度中有3—4个明显过程。约3月上旬,五河第一次洪水,使湖区含沙量形成第一个大沙峰;4月较大洪水夹带的泥沙也较多,湖区含沙量出现第二个峰;10月“怀胎水”和湖滩显露时淤泥入槽,造成第三个峰;江水倒灌期间,产生第四个峰。

3. 冲淤的时间、部位和速度 流域来沙在4月以前都能较顺利通过湖区进入长江,还能冲刷沉积在主航道及其附近的泥沙出湖,出湖沙量大于进湖沙量。4月起,进湖泥沙开始淤于湖内,出湖沙量小于进湖沙量。7—9月,流域来沙大部淤于湖内,江沙也常倒灌入湖。10月起,出湖泥沙逐渐增多,湖区开始冲刷。鄱阳湖泥沙冲淤大致规律是:从时序分,4—10月为淤积期,11—3月为冲刷期;从湖流形态分,重力型时冲,顶托、倒灌型时淤;从湖水水分,低水冲,高水淤。

多年平均淤于湖中和水网区的泥沙为1067.9万吨,相当于711.9万 m^3 。据我站1981—1984年调查,这些泥沙主要淤于湖区东南部、南部、西南部各河入湖三角洲、“自然湖堤”和水网区的中洲、边滩,使它们逐渐扩大、增高,向下游和湖中发展。增高速度随滩、洲、“堤”高度增加而减慢,以接近历年最高水位为极限。“自然湖堤”成鸟趾状向下伸延,三角洲淤到一定高度就筑堤围垦,堤外继续淤高,即群众所谓“久圩成塘”现象,如此反复向湖心推进。这是鄱阳湖缩小、北撤的主要原因之一。湖泊水网区局部严重淤积,使一些堤闸不能自流排灌,一些河段失去或降低通航能力。青岚湖自1958年抚河改道经此入鄱阳湖以来,平均淤高约1.8m;三角洲和“自然湖堤”年平均淤高约0.02m,最多处0.06m,赣江中支入湖三角洲32年约淤积了2.0m;东北湖湾,主湖区中部和各内湖(湖盆中低洼处)淤积甚微;入江水道区稍有冲刷,表现为宽处淤,窄处冲,滩地淤,航道冲。其他湖区航道一般不冲不淤。湖口多年平均含沙量约为长江的七分之一,使长江湖口段上淤下冲。

4. 含沙量和湖底质的粒径组成 全湖悬移质粒径都小,中值粒径(下同)为0.005—0.11mm,小于0.01mm的占60%。表层湖底质泥沙比悬移质泥沙粒径大,西部和入江水道为0.23—0.24mm,湖滩0.01—0.17mm;主湖区0.01—0.08mm,少数为0.13—0.20mm;东北湖湾为0.02—0.06mm;东南部湖区主航道为0.2—0.5mm,湖滩约0.05mm;青岚湖从上到下为0.51—0.05mm。青岚湖和湖区主航道主要是推移质,洲滩主要是淤积悬移质。

六、水 质

(一) 水 温

鄱阳湖年平均水温18℃左右,历年最高水温由北向南为34.0—38.2℃,平均32.6—35.0℃;历年最低水温0℃,平均0.4—2.0℃。平均年变幅32.9℃。年内有增温和降温两个阶段,由2—3月增温至7—8月达最高点,以后逐渐降温,至次年1—2月达最低点。个别年在局部湖区(如1977年1月在都昌、矾山一带)可产生薄冰封。日最高水温出现在15—17时,日最低水温出现在6—8时。日较差随湖区、季节、水流、水深、天气等不同而有差异,湖中棠荫深水区表层水温平均日较差1.7℃,底层1.4℃;秋季大于其他季节,近岸区大于深水区。中高水位的水温分布,一般是南部高于北部,东部湖湾高于西部,沿岸

高于湖心;冬季,北部最低水温高于南部。鄱阳湖较浅,湖流、风的作用影响大。水温在不同深度上的差异不大,一般在 1℃ 以内,晴天无风时可达 2℃ 左右。正温成层是主要分布形式,浅水区风浪较大时,同温成层分布形式也较多,冬季则有逆温成层现象。鄱阳湖水体大,吸散热均较缓慢,对周围地区气温有明显调节作用。

(二) 化学性质

根据我站水质监测资料,对照全国的水系水质分级标准和饮用水、渔业用水标准,得出鄱阳湖水质现状和单项污染程度评价。pH 值,全湖除湖口附近出现过轻污染二级水外,均为一级水(水质良好),属中性。化学耗氧量除饶河入湖口、蚌湖湖区有过短时间的较严重污染为三级水外,其他均为一级水。溶解氧,全湖为一级水。总硬度,除蛤蟆石湖区出现过短时间为二级水外,其他湖区为一级水,全湖属软水。氨氮和氯化物,全湖均为一级水。氰化物、砷、汞、六价铬等均未检出;但酚的检出率较高,枯水期的含量超地面水水质标准的较多,大部分湖区为二级水。油类在汛期初期的部分湖区超过渔业水质标准,其他时期较好。农药中,未检出五氯酚钠,但六六六的检出率较高,有的超过饮用水、渔业水标准。此外,湖水中总磷、总氮的含量也较高。

鄱阳湖污染物主要来自五河。流域内的生活污水、工业废水大部分未经处理就排入江河而汇集于鄱阳湖。由于湖的水量多,换水周期短,自净、稀释能力强,目前,鄱阳湖水质总体情况尚属良好,但已受到污染。在这样多径流总量的流动水体中,有些污染物经常检出,多次超标,应该引起各方面重视。

参 考 文 献

- [1] 濮培民、徐爱珍, 1986。湖陆风的个例分析。海洋与湖沼 17(5): 400—411。

THE HYDROLOGICAL FEATURES OF POYANG LAKE(II)

Yin Zongxian and Zhang Juncai

(Hydrometeorological Experiment Station of Poyang Lake, Jiangxi Province, Xingzi)

ABSTRACT

The flow of Poyang Lake is divided into three kinds of flow as following: gravity flow, top-lifted flow, and backward flow. their characters are described in the article. A mathematical model is put forward to reflect the relations of the wind with the wave and the climbing height of the wave. It is pointed out that wind-waving-water phenomenon exists in Poyang Lake. The quantities of the suspended matter into and out of the Lake are caculated, and their variations with space and time are given. The washing and depositing rules are summarized. Although not much sand from the Lake's basin flows into the Lake, but its influence on some parts of the Lake is serious. The contents of common chemical elements, the variations of the temperature of the Lake water with time, place, and depth are analysed. The Lake has been polluted slightly, but the water quality of the Lake is still in good condition.